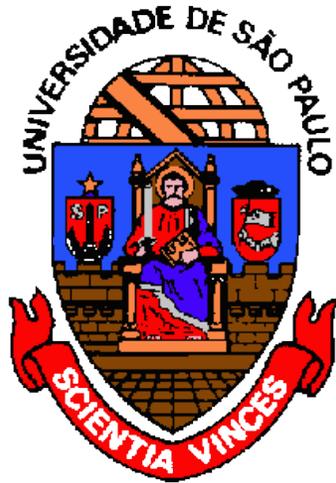




# VII Fórum de Recursos Hídricos

04 de junho de 2019



## PERSPECTIVAS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Prof. José Carlos Mierzwa

[mierzwa@usp.br](mailto:mierzwa@usp.br)



**CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA  
EM REÚSO DE ÁGUA**

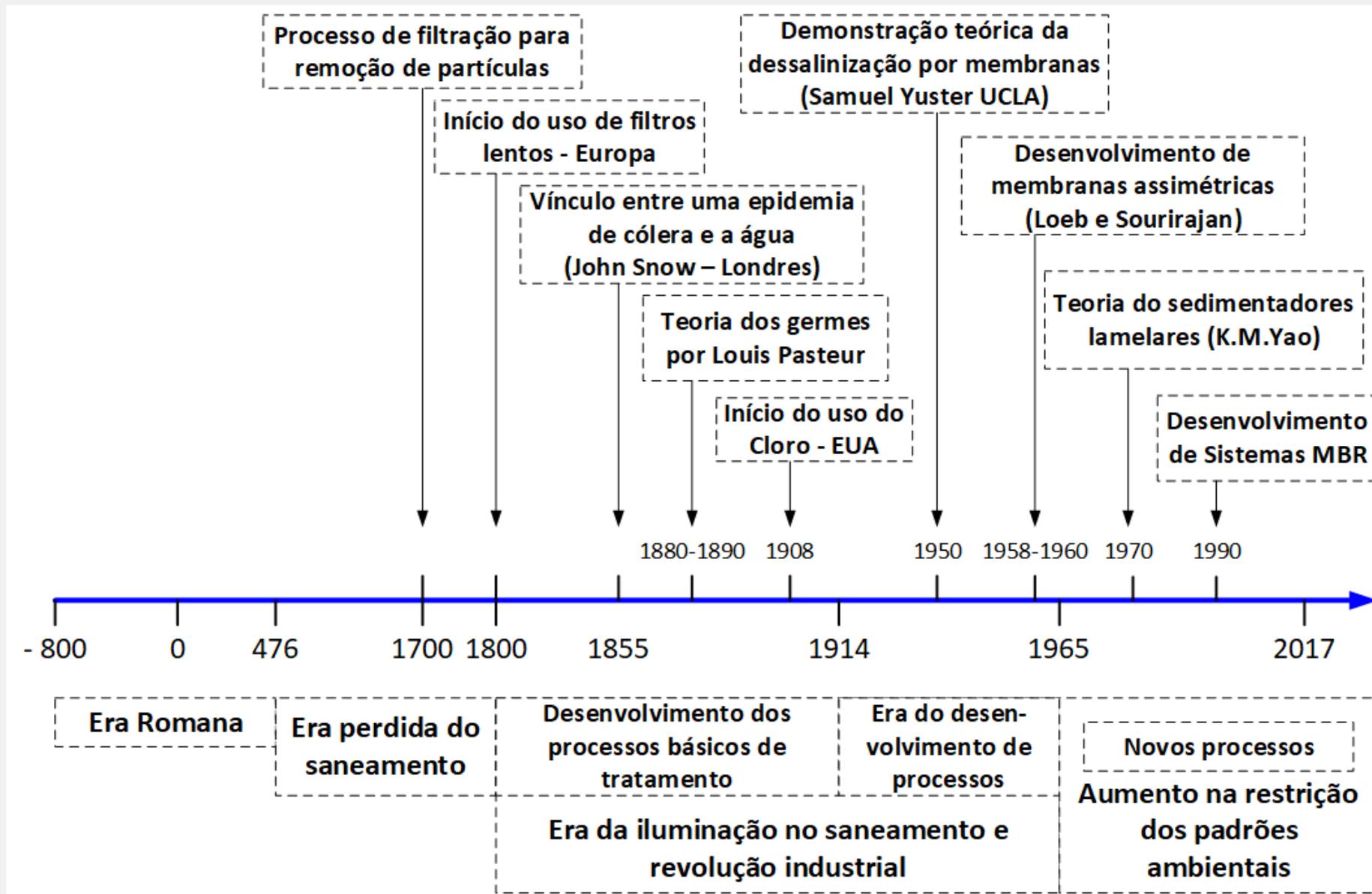
# A MISSÃO DO CIRRA

- Desenvolvimento de estudos sobre otimização do uso e reúso da água:
  - Atividades industriais;
  - Atividades urbanas.
- Apoio institucional para elaboração de planos, programas e diretrizes para o reúso da água;
- Realização de ensaios de tratabilidade de água e efluentes;
- Pesquisas;
- Capacitação.

# DESAFIOS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Escassez de água;
  - Demanda excessiva;
  - Poluição dos mananciais.
- Garantia do padrão de qualidade para abastecimento:
  - Novos grupos de contaminantes.
- Processos de tratamento com uso intensivo de energia;
- Complexidade dos sistemas de tratamento de água para abastecimento e efluentes.





**Paralelo Histórico entre as práticas de Saneamento, com foco em água de abastecimento e no tratamento de esgotos**

# Problemas atuais associados à qualidade da água

## Database Counter

acesso em 05/03/2014

In addition to organic and inorganic substances, REGISTRY has:

65,323,458 sequences

CAS RN 1562398-81-5 is the most recent CAS Registry Number

CAS also provides specialized databases of chemical reactions, regulated chemicals, commercially available chemicals and Markush substance information.

### Specialized Substance Collections Count

[CASREACT](#)<sup>(1)</sup> 71,528,095 Single and multi-step reactions, and synthetic preparations

[CHEMLIST](#) 309,073 Inventoried/regulated substances

[CHEMCATS](#) 67,195,779 Commercially available chemicals

[MARPAT](#) 1,023,202 Searchable Markush structures

(1) More information on CASREACT statistics.

## Em pouco menos de dois anos:

Aumento de quase 50% no número de substâncias disponíveis comercialmente.

## Database Counter

acesso em 23/02/2016

In addition to organic and inorganic substances, REGISTRY has:

66,569,759 sequences

CAS RN 1872343-09-3 is the most recent CAS Registry Number

CAS also provides specialized databases of chemical reactions, regulated chemicals, commercially available chemicals and Markush substance information.

### Specialized Substance Collections Count

[CASREACT](#)<sup>(1)</sup> 86,492,064 Single and multi-step reactions, and synthetic preparations

[CHEMLIST](#) 345,462 Inventoried/regulated substances

[CHEMCATS](#) 102,510,642 Commercially available chemicals

[MARPAT](#) 1,114,092 Searchable Markush structures

(1) More information on CASREACT statistics.

<http://www.cas.org/content/counter>

# ESCASSEZ DE ÁGUA: CONCEITUAÇÃO

- Indicador de escassez para auxílio no processo de tomada de decisão:

<b>Disponibilidade Hídrica Específica (m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>.habitante<sup>-1</sup>)</b>	<b>Condição de Estresse</b>
<b>&gt; 1700</b>	Sem estresse
<b>1000 a 1700</b>	Estresse hídrico
<b>500 a 1000</b>	Escassez
<b>&lt; 500</b>	Escassez absoluta

Malin Falkenmark, 1989

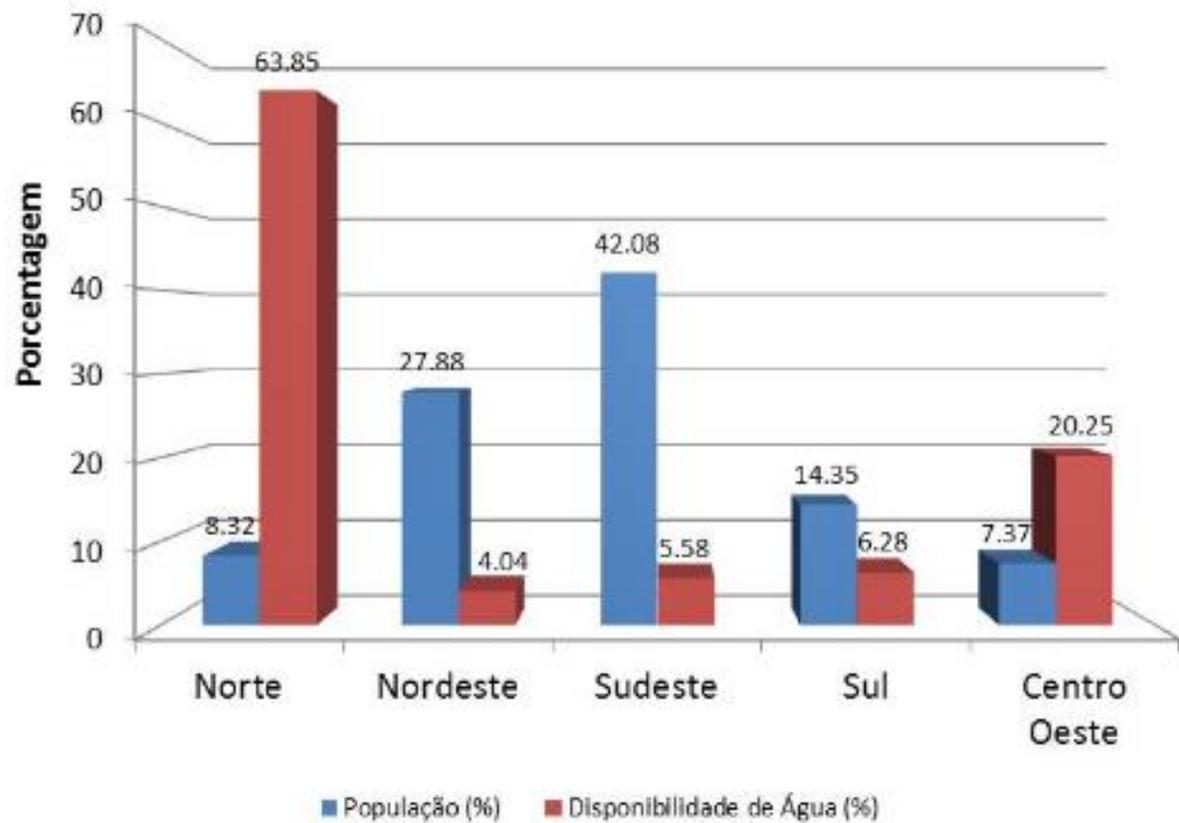
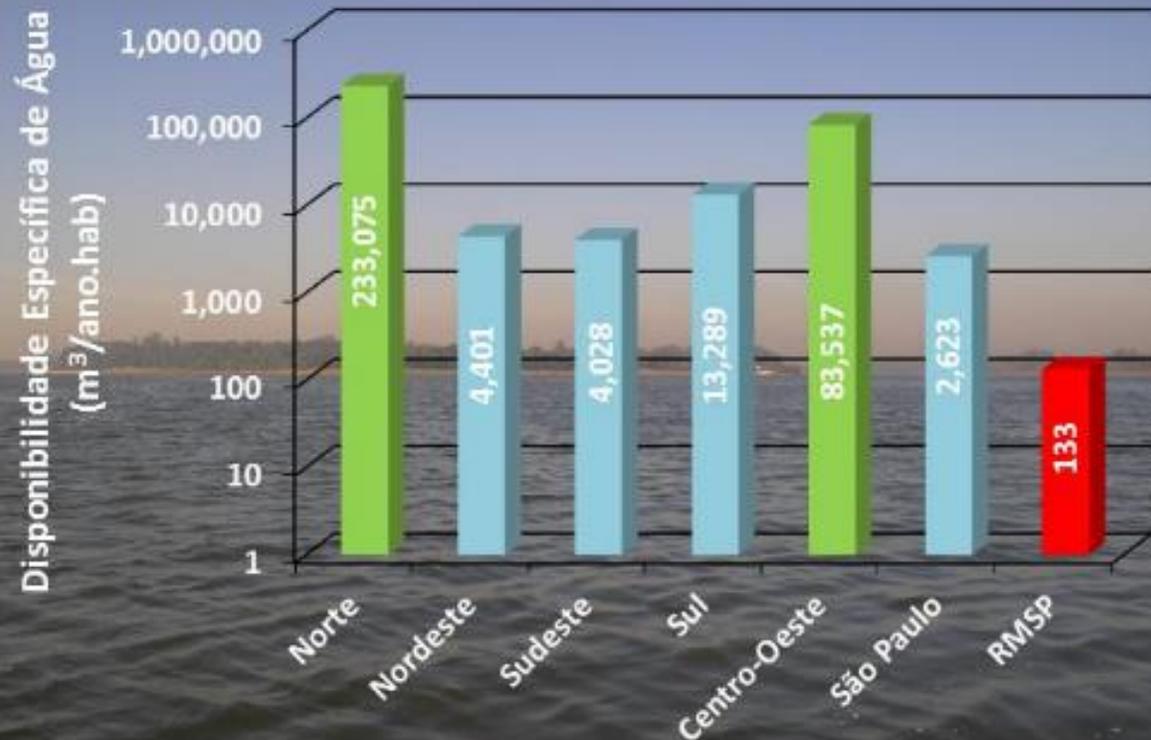


Figura I – Distribuição da População e Disponibilidade Hídrica por Região

Figura 2 - Disponibilidade Específica de Água por Região



## CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS AOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO

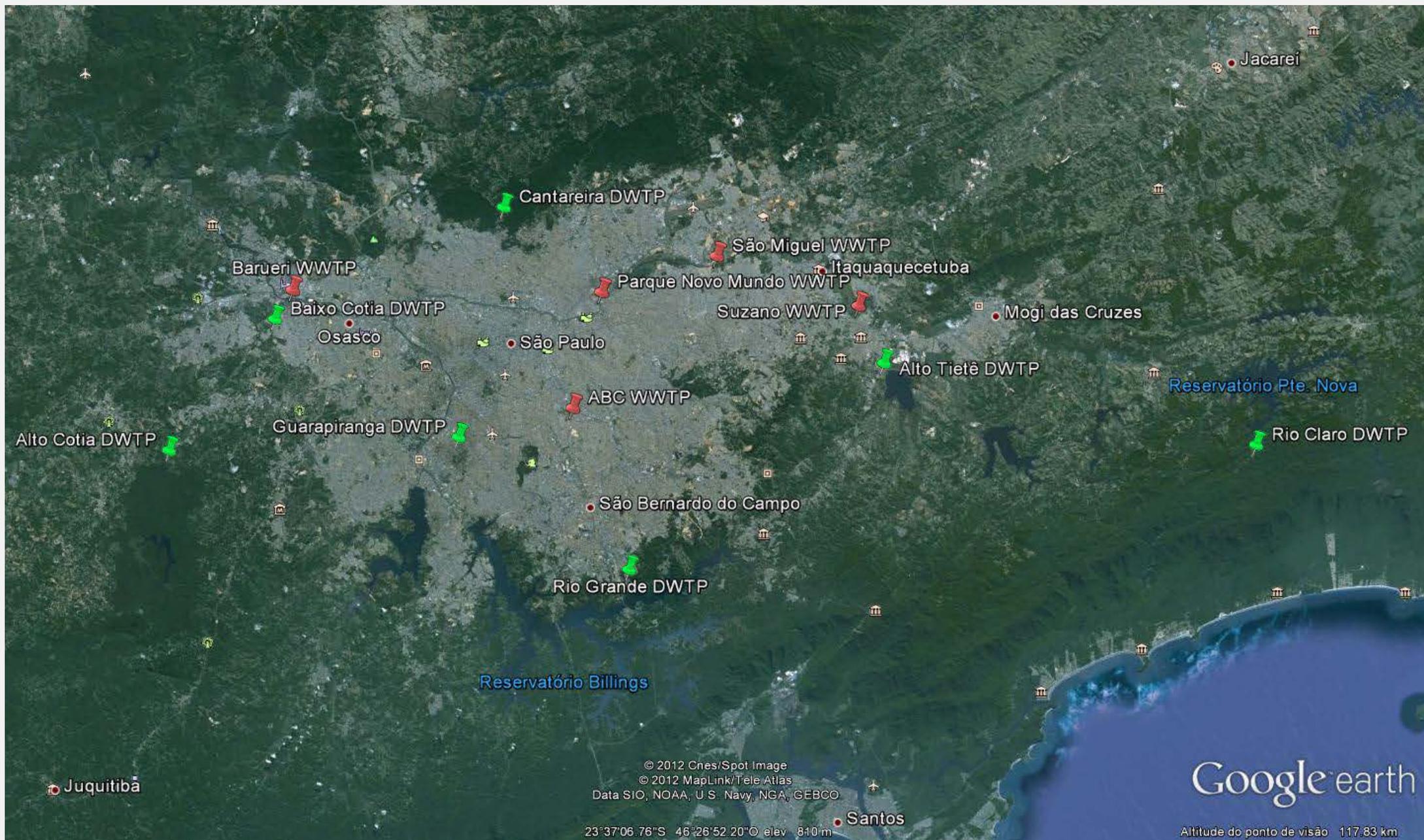
- Regiões altamente urbanizadas;
- Falta de aderência aos planos de uso e ocupação do solo;
- Na RMSP, como na maioria das áreas urbanizadas no estado:
  - Uso urbano potável (predominante - 66,0%);
  - Uso industrial (23,9%);
  - Geração de energia (8,5 % - Henry Borden);
  - Uso agrícola (menos relevante – 1,6 %).
- Estações de tratamento de esgotos com limitação para atenuar os problemas de poluição.

# CRISE HÍDRICA E AÇÕES DE MITIGAÇÃO DOS SEUS EFEITOS

- **Racionalização do uso da água:**
  - Utilização de equipamentos hidráulicos mais eficientes;
  - Incentivar a indústria a desenvolver e comercializar os equipamentos economizadores e a população a utilizá-los;
  - Desenvolvimento de processos produtivos que requeiram menor consumo de água.
- **Aprimoramento das tecnologias de tratamento de água e de efluentes** (domésticos e industriais);
- **Reúso de água.**

# REÚSO DE ÁGUA EM GRANDES REGIÕES METROPOLITANAS

- É possível implantar um programa de reúso abrangente?
- Que setores econômicos devem ser priorizados?
- O que é necessário para viabilizar a prática de reúso?
  - Potencial para reúso de água (usuários)?
    - Demandas concentradas ou distribuídas.
  - Tratamento adicional necessário?
  - Sistema de distribuição?
  - Custos?



**Reúso não potável, urbano e industrial?**

# FATORES QUE LIMITAM O REÚSO NÃO POTÁVEL

- Maiores demandas são distribuídas;
- Limitação da abrangência em decorrência do custo das redes de distribuição;
- Problemas relacionados à qualidade dos efluentes tratados disponíveis nas estações;
- Estabelecimento de padrões de qualidade para a água de reúso:
  - Aversão à inovação tecnológica no setor de Saneamento.

# REGULAMENTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO NÃO POTÁVEL

- Já existem diversas iniciativas para incentivo à prática de reúso:
  - Muitas delas não tratam da questão dos padrões de qualidade.
- Resolução Conjunta do Estado de São Paulo SES/SMA/SSRH nº 01/2017:
  - Estabelece os padrões de qualidade para a água de reúso provenientes de ETEs públicas ou privadas.

## REÚSO POTÁVEL DIRETO

- O fator limitante para o reúso não potável abrangente de água é o custo da rede de distribuição;
- Atualmente o nível de desenvolvimento tecnológico, fora do país, pode permitir a obtenção de água com elevado grau de qualidade;
- Com a utilização destas tecnologias é possível implantar um programa de reúso potável planejado;
- Isto já vem sendo feito em outros países.

Texas Leads The Way With... x

www.wateronline.com/doc/texas-leads-the-way-with-first-direct-potable-reuse-facilities-in-u-s-0001

Get the best of Water Online delivered straight to your Inbox! [Sign Me Up](#)

**EFFICIENCY AT EVERY TURN** Vaughan Unmatched Reliability

**ACE<sup>15</sup>** American Water Works Association ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION June 7-10, 2015 Anaheim, California [LEARN MORE](#)

From The Editor | September 16, 2014

## Texas Leads The Potable Reuse Fa

By [Laura Martin](#)  
@LauraOnWater

*Severe drought prompts both Big Spring and Wichita Falls to recycle wastewater effluent for drinking water use. Will others follow suit?*

When John Grant and his team in Big Spring Texas, initially decided to build the first-ever direct potable reuse (DPR) facility in the U.S. they weren't trying to make history.

In fact, Grant, the general manager for the Colorado River Municipal Water District (CRMWD), wasn't even aware that there are only a handful of facilities worldwide that utilize DPR—the process of reusing treated wastewater as drinking water without an envi

The CRMWD was simply looking to provide Snyder, and Midland during the region's wor

"When we started our project back in 2002, w new water supplies in our area," said Grant. "I physically had no more room, most of the fres



Newsletter Signup

Get the latest water industry news

The US, South Africa and... x

www.theguardian.com/sustainable-business/2014/oct/13/us-south-africa-australia-wastewater-drinking-water-direct-potable-reuse

**theguardian** Winner of the Pulitzer prize 2014

UK election world sport football opinion culture business lifestyle fashion environment tech travel

home > environment > energy pollution climate change wildlife

Guardian sustainable business water

## The US, South Africa and Australia are turning wastewater into drinking water

Water stressed cities are importing water and investing in desalination plants. Could treating sewage plant wastewater offer a local, energy-efficient way of securing water supply?



Water flows through the Southern California desert from the Colorado River to the Los Angeles area. Photograph: Hopd/AP

Sponsored by:

**GRUNDFOS**  
About this content

Stuart Khan

Monday 13 October 2014 14.21 BST

[f](#) [t](#) [e](#) [i](#) [g+](#)

Shares  
718

**theguardian**  
Winner of the Pulitzer prize 2014

[browse all sections](#)

Advertisement

**GRUNDFOS NEWS**

**SIGN UP**  
and receive more  
**NEWS** from Grundfos

**GRUNDFOS**

Most popular in US

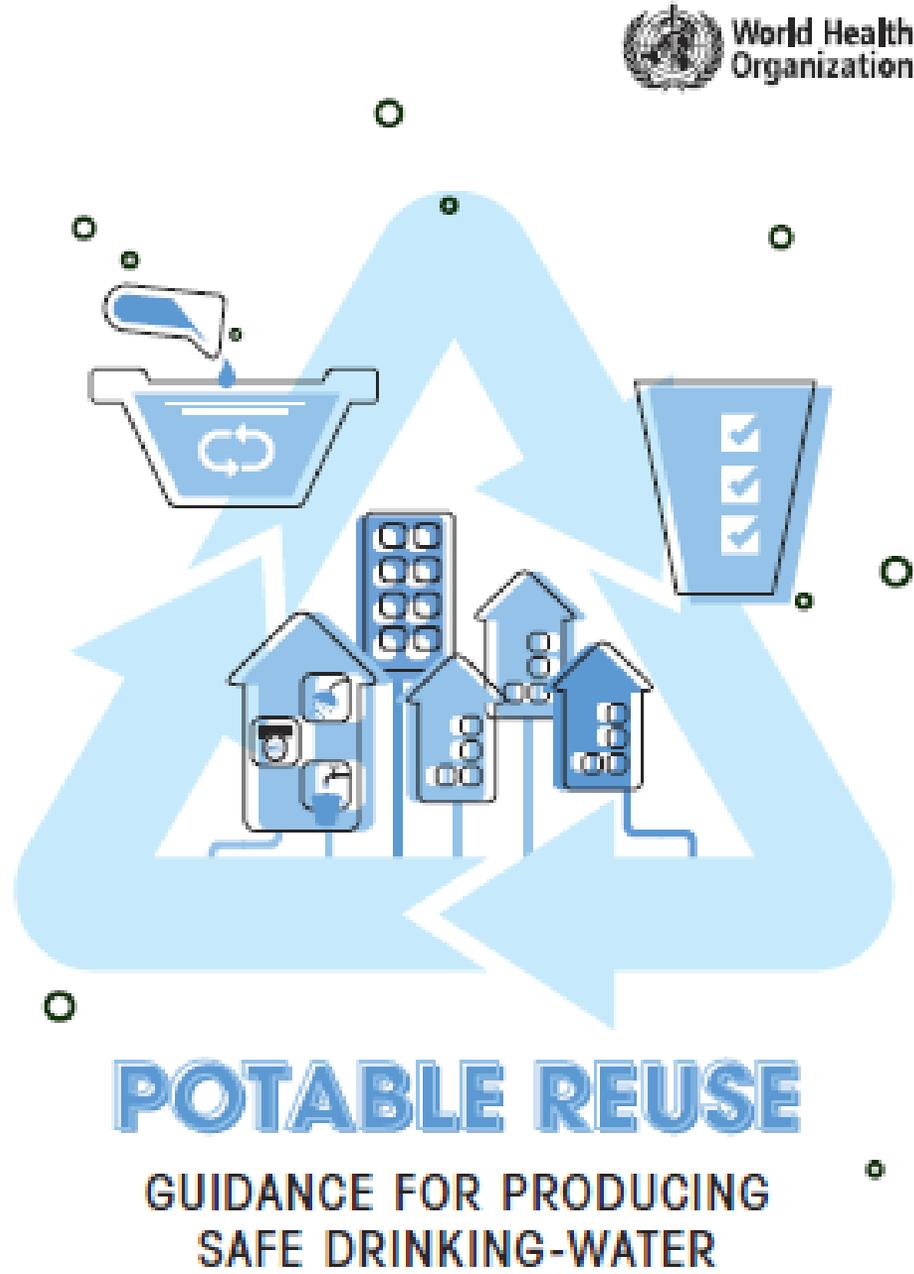


Baltimore officer who chased Freddie Gray had pattern of violence - court filings

Windows taskbar showing icons for File Explorer, Chrome, Outlook, and various Office applications. System tray shows time 07:29 and date 23-Apr-15.

# REGULAMENTAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO POTÁVEL

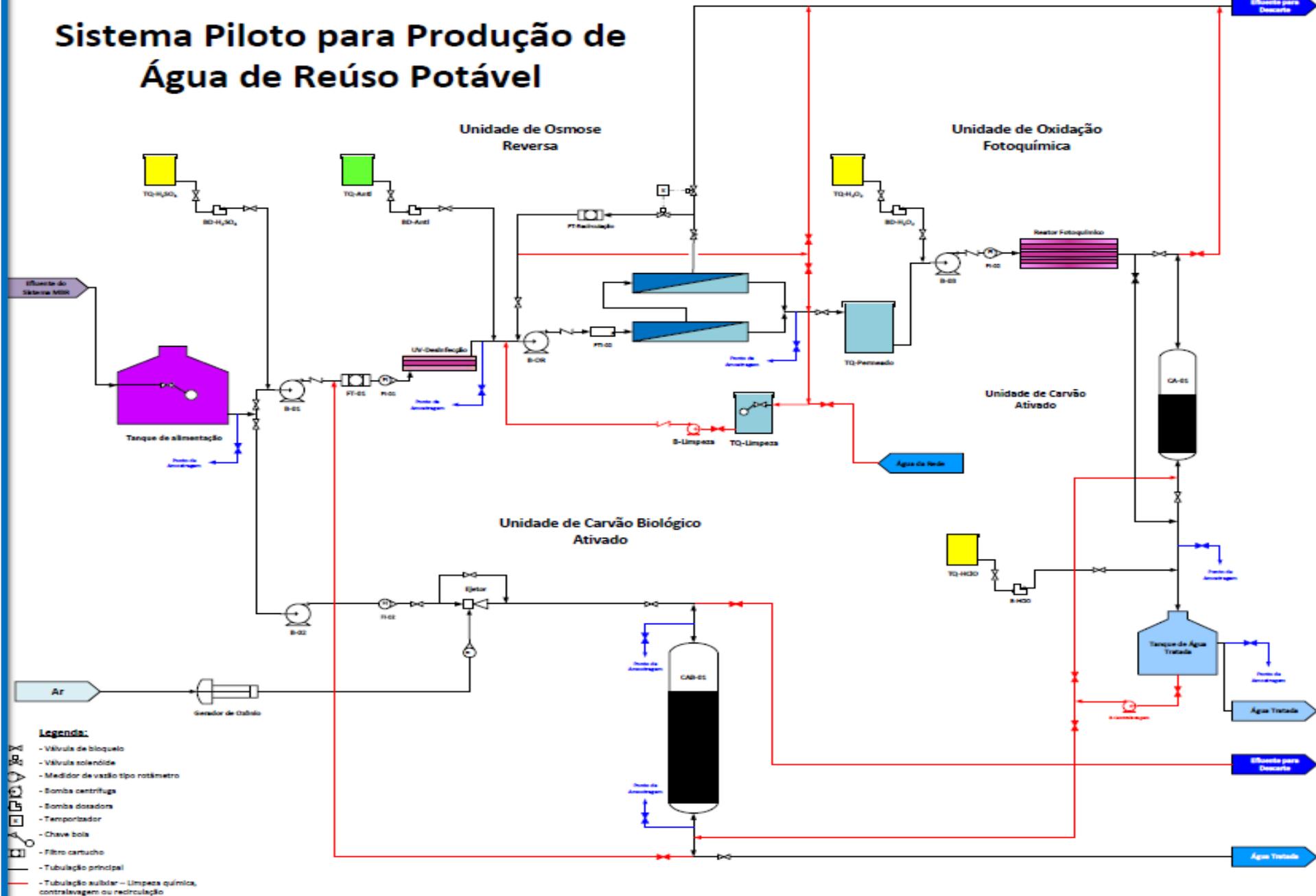
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/potable-reuse-guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/potable-reuse-guidelines/en/)



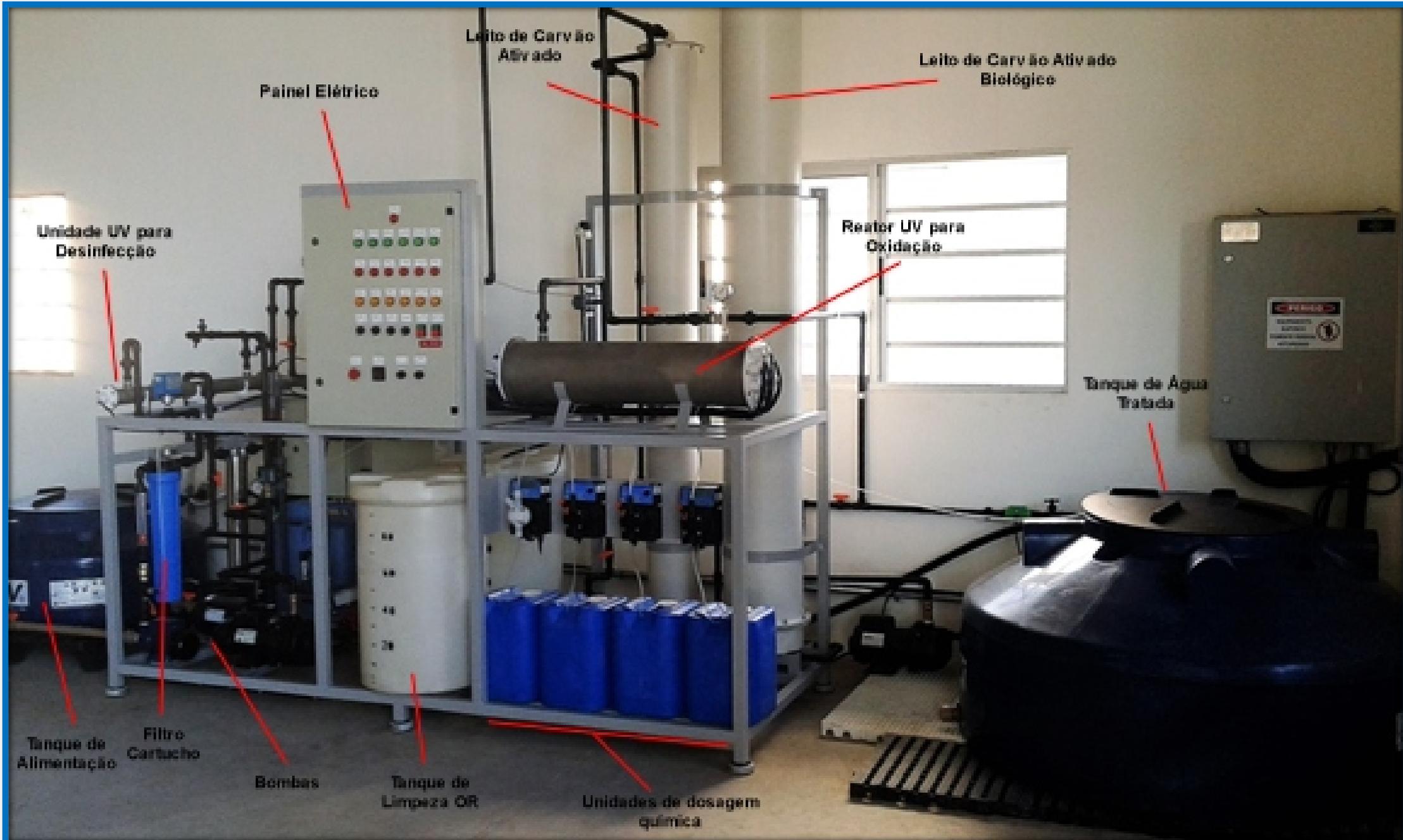
# REÚSO POTÁVEL COMO PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA OS PROBLEMAS DE ESCASSEZ DE ÁGUA

- Vantagens da prática do reúso potável direto:
  - O reúso potável indireto já vem ocorrendo na Bacia do Alto Tietê e diversas regiões do estado de São Paulo;
  - É possível utilizar tecnologias de tratamento apropriadas para assegurar a qualidade da água;
  - Elimina a necessidade de implantação de uma rede adicional para a distribuição da água;
  - Estudo desenvolvido pelo EPUSP na SANASA demonstra o potencial de aplicação.

# Sistema Piloto para Produção de Água de Reúso Potável



# Imagem da unidade piloto



			Osmose + UV+ Cloração					
			10/ago			24/ago		
			Parâmetro	Unidade	VMP	A1	A4	A5
Ácidos Haloacéticos Totais	mg/L	0,08	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033	< 0.033
Alumínio	mg/L	0,2	0,0122	0,00665	0,00706	< 0.001	< 0.001	
Bário	mg/L	0,7	0,0567	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Chumbo	mg/L	0,01	< 0.001	< 0.001	0,00138	0,00128	0,00117	
Cloraminas Totais	mg/L	4	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,09	
Cloreto	mg/L	250	100	1,69	5,29	0,6	4,14	
Cloro Residual Livre	mg/L	5	< 0.01	< 0.01	1,07	< 0.01	1,14	
Cobre	mg/L	2	0,00191	0,0286	0,0283	0,0233	0,0202	
Coliformes Totais	P/A 100mL	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
Bactérias Heterotróficas	UFC/mL	500	3600	1	1	< 1	< 1	
Cor aparente	UC	15	40	< 5	< 5	< 5	< 5	
Dureza Total	mg/L	500	76,1	< 5	< 5	< 5	< 5	
Escherichia coli	P/A 100mL	Ausência	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	
Ferro	mg/L	0,3	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0,0115	0,00874	
Fluoreto	mg/L	1,5	0,62	0,24	0,11	< 0.1	< 0.1	
Manganês	mg/L	0,1	0,0561	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Níquel	mg/L	0,07	0,00159	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Nitrato (como N)	mg/L	10	< 0.5	0,69	0,71	< 0.5	< 0.5	
pH (a 25°C)		6.0 - 9.5	6,99	6,36	6,42	5,47	5,61	
Sódio	mg/L	200	75,2	2,16	4,81	1,27	3,83	
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	366	10	19	13	13	
Sulfato	mg/L	250	62,4	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
Turbidez	NTU	5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
Zinco	mg/L	5	0,0214	0,0156	0,0155	< 0.001	< 0.001	

# Resultados para toxicidade química

	Osmose + Cloração					Osmose + Carvão + Cloração				Osmose + UV + Cloração					Osmose + UV + Carvão + Cloração			
	13/jul			20/jul		27/jul		03/ago		10/ago			24/ago		31/ago		06/set	
	A1	A3	A5	A3	A5	A4	A5	A4	A5	A1	A4	A5	A4	A5	A4	A5	A4	A5
<b>CE20</b>	ND	76,97	15,52	ND	9,72	ND	25,06	ND	24,51	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41,87	ND	ND
<b>CE50</b>	ND	ND	65,6	ND	29,31	ND	66,09	ND	53,09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>UT</b>	ND	ND	1,52	ND	3,41	ND	1,51	ND	1,88	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>FT</b>	1	2	8	1	16	1	4	1	8	1	1	1	1	1	1	4	1	1
<b>Salinidade</b>	2	0	0	2	0	2	2	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
<b>pH</b>	6,96	6,69	6,23	6,27	6,31	5,17	5,33	6,33	6,39	6,45	4,73	4,77	5,46	5,55	6,17	6,25	5,15	5,35

UT = Unidade Tóxica

FT = Fator de diluição em que não se observa efeito tóxico

CE 20 = concentração efetiva da amostra que causa 20% de inibição na bioluminescência de microorganismos

CE 50 = concentração efetiva da amostra que causa 50% de inibição na bioluminescência de microorganismos

## DESAFIOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE USO RACIONAL E REÚSO NO BRASIL

- Desenvolvimento de regulamentações que levem em consideração a necessidade de inovação tecnológica no setor;
- Pesquisas para desenvolvimento de tecnologias nacionais que atendam as novas exigências em relação à:
  - Ampla variedade de contaminantes que não são afetados pelas tecnologias convencionais de tratamento;
  - Incentivo à transferência de tecnologia para o setor público e privado;
  - Melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, visando o seu melhor aproveitamento.

# CONCLUSÕES

- A falta de planejamento nos grandes centros urbanos tem resultado em problemas induzidos de escassez de água;
- Para enfrentar estes problemas é necessária uma abordagem integrada;
  - Redução do consume de água;
  - Reúso planejado.
- Foco em inovação tecnológica.

**Muito obrigado pela  
atenção!**

[mierzwa@usp.br](mailto:mierzwa@usp.br)

[www.usp.br/cirra](http://www.usp.br/cirra)